

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ПОДА РУДНОТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕЧИ

Аннотация

В статье рассмотрена проблема износа футеровки пода в межэлектродном пространстве руднотермической печи. На основе анализа теплового баланса руднотермической плавки была поставлена задача по снижению износа футеровки пода в межэлектродном пространстве печи и увеличению кампании. Изложен вариант модернизации системы воздушного охлаждения пода. Была запроектирована система воздушного охлаждения пода и произведен расчет скорости воздушного потока, достаточной для снижения температуры наружной поверхности футеровки до 100 °С. Полученные решения послужили основой для моделирования системы воздушного охлаждения пода руднотермической печи.

Ключевые слова: руднотермическая печь, футеровка, система охлаждения.

Abstract

The article deals with the problem of lining wear hearth in the interelectrode space in ore-smelting furnace. Based on the analysis of the heat balance ore-smelting furnace was tasked to reduce lining wear furnace hearth in the interelectrode space and increase campaign. Set out the option of upgrading air cooling hearth. Air cooling hearth was designed and calculated the velocity of the air is sufficient to reduce the temperature of the outer surface of the liner up to 100 °C. The resulting solutions were the basis for modeling air cooling ore-smelting furnace hearth.

Keywords: ore-smelting furnace, lining, cooling system.

Руднотермическая печь размещается в помещении шихтарника плавильного отделения свинцово-баббитного цеха на территории филиала «Производство сплавов цветных металлов» (ПСЦМ) ОАО «Уралэлектромедь».

Модернизация системы охлаждения пода печи входит в проект реконструкции руднотермической печи.

Проектом предусматривается перепрофилирование производства на выпуск штейна медного и увеличение производительности печи по шихте с 37,2 до 50 т/сут.

В проекте предусмотрены изменения размеров рабочего пространства печи: длина печи составит 3295 мм, ширина – 2000 мм, а высота – 1895 мм. Так же изменится толщина кладки печи: рабочая торцевая стенка составит 575 мм, остальные стенки 460 мм.

Под будут выкладывать из трех слоев:

1. Первый слой будет состоять из шамотного кирпича.

2. Второй слой – смесь кварцевого песка с шамотной крошкой.

3. Третий слой, имеющий вид обратного свода, будет выкладываться из хромагнезистого кирпича в два кирпича по 230 мм.

Свод толщиной 230 мм выполнят вперевязку из шамотного кирпича. В своде печи будут установлены три обечайки для электродов, обечайка с отверстиями для замера уровня штейна и установки импульсной трубки для замера давления под сводом печи, опора газохода, а также два камня для течек (рис. 1).

Тепловой режим работы печи, определяемый глубиной погружения электродов в расплав шлака, регулируется автоматически с помощью отдельной для каждого электрода электрической лебедки.

Из рассчитанного теплового баланса печи видно (см. таблицу), что потери теплоты через под, относительно общих потерь, составят:

$$K = (Q_{\text{под}} / Q_{\text{расход}}) * 100 \%$$

$$K = (20,87/732,61) * 100\% = 2,85 \%$$

Тепловой баланс руднотермической плавки

№ п/п	Приход теплоты	кВт	%	№п/п	Расход теплоты	кВт	%
1	Теплота экзотермических реакций	11	1,5	1	Потери теплоты со штейном	83,33	11,37
2	Тепло электро-энергии	721,61	98,5	2	Потери теплоты со шлаком	260,42	35,55
				3	Теплота эндотермических реакций	127,2	17,36
				4	Потери теплоты с отходящими газами	137,62	18,78
				5	Потери теплоты с охлаждающей жидкостью	68	9,3
				6	Потери теплоты теплопроводностью	56,04	7,65
	Итого:	732,61	100,00		Итого:	732,61	100,00

Потери теплоты через под относительно общих потерь теплоты составляют 2,85 %, что можно считать малозначительным, однако температура внешней поверхности пода составляет 235 °С, что недопустимо.

Также из-за увеличения производительности печи повышается износ футеровки в межэлектродном пространстве.

Для продления кампании печи, а также уменьшения потерь теплоты через под ведется модернизация системы охлаждения пода печи.

Расчет системы охлаждения пода ведется при двух условиях:

1) износ одного из двух рядов хромагнезистого кирпича толщиной 0,26 м в футеровке пода между электродами;

2) температура наружной поверхности пода не должна превышать 100 °С.

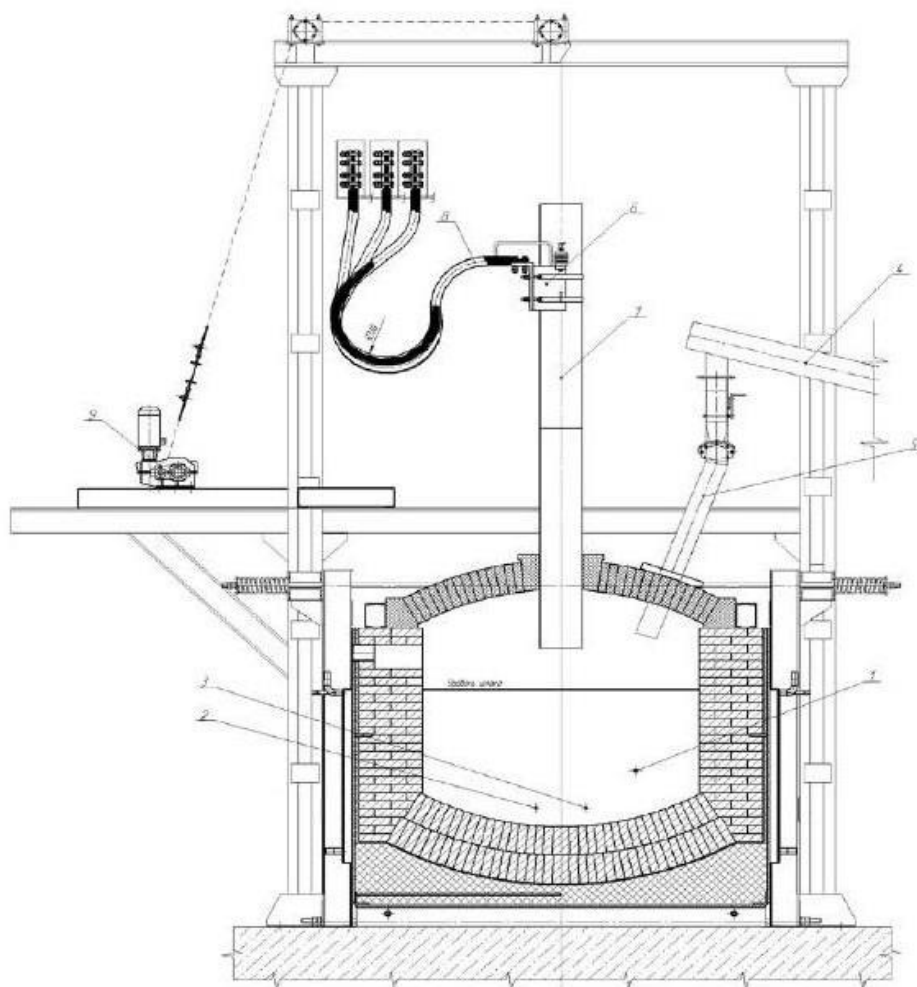


Рис. 1. Поперечный разрез РТП: 1 – шпуровое отверстие для выпуска шлака; 2 – запасное шпуровое отверстие для выпуска штейна; 3 – шпуровое отверстие для выпуска штейна; 4 – шнековый конвейер; 5 – распределительное устройство; 6 – электродержатель; 7 – электрод; 8 – гибкий шинопровод; 9 – лебедка для перемещения электродов

Исходя из существующего положения руднотермической печи в пространстве, а также из вышеперечисленных условий проектирования, состав системы охлаждения пода был определен таким образом:

- 1) вентилятор;
- 2) общий коллектор;
- 3) кольцевой коллектор;
- 4) две воздушных приточки для охлаждения межэлектродной поверхности пода руднотермической печи;
- 5) четыре воздушных приточки для охлаждения остальной поверхности пода руднотермической печи.

По проекту (рис. 2) воздух после вентилятора перемещается в общий коллектор, после которого равномерно распределяется на две ветки кольцевого коллектора. Из кольцевого коллектора воздух попадает в воздушные приточки, направленные под разными углами к поду печи.

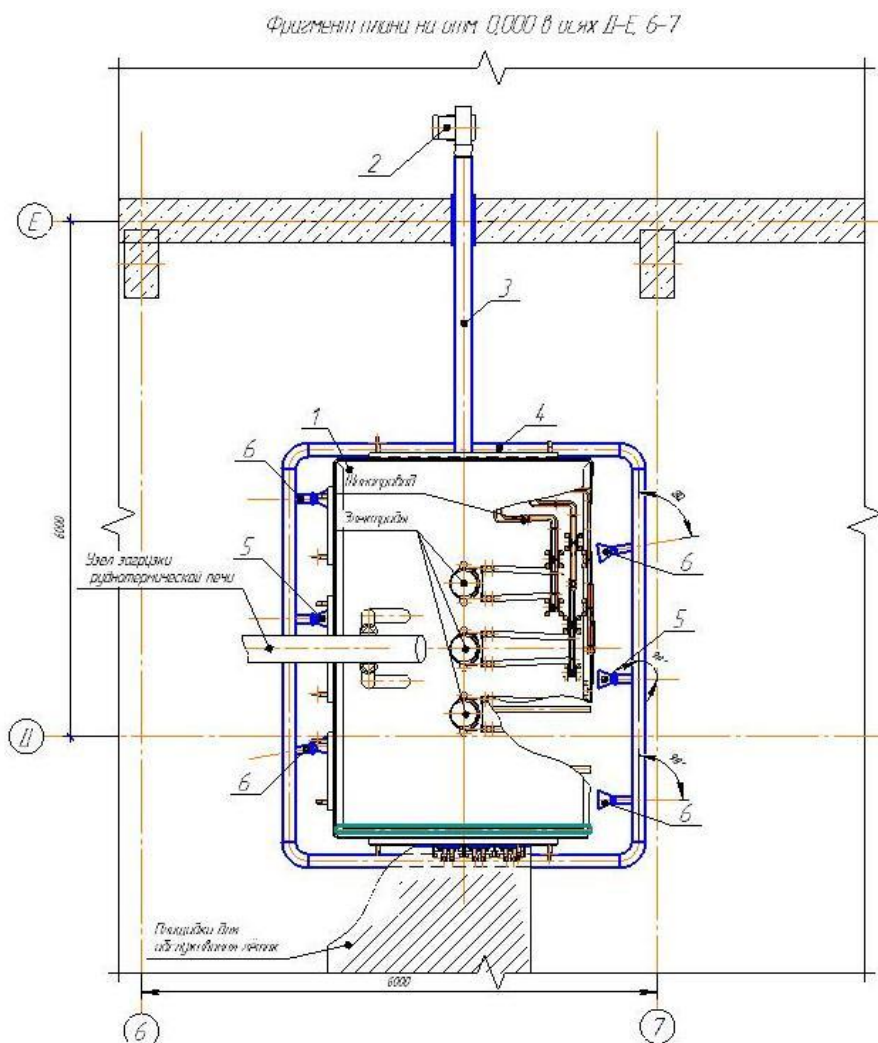


Рис. 2. Вид сверху: 1 – руднотермическая печь; 2 – вентилятор;
3 – общий коллектор; 4 – кольцевой коллектор; 5 – воздушные приточки
для охлаждения межэлектродной поверхности пода руднотермической печи;
6 – воздушные приточки для охлаждения остальной поверхности пода
руднотермической печи

Установка шиберной заслонки с регулировочной гайкой позволяет регулировать поток воздуха на конкретный участок пода печи, в зависимости от теплотерь через под. Необычная, овальная, форма сопла позволяет распределить поток воздуха по всему участку пода, за который отвечает данное сопло. За счет распределения воздушного потока решается задача снижения теплотерь через под руднотермической печи.

В первую очередь для проектирования системы охлаждения пода руднотермической печи было необходимо выполнить расчет скорости оmyающего потока.

Расчет скорости оmyающего потока воздуха ведется с использованием методики итерации, оmyанной в работе [3].

При принудительном обдувании наружной поверхности пода воздухом при температуре поверхности $t_{ст}=100\text{--}400^{\circ}\text{C}$ коэффициент теплоотдачи определяют по формуле:

$$\alpha = (9,5 + 0,07 \cdot t_{ст}) \cdot (1 + 0,2 \cdot V),$$

где $t_{ст}$ – наружная поверхность пода, $^{\circ}\text{C}$;

V – скорость оmyающего потока, м/с.

Также в работе [2] была приведена формула:

$$\alpha = K \cdot ((T_M - T_{окр})^{1/4}) + (\delta_0 \cdot \epsilon_M \cdot (T_M^4 - T_{окр}^4)) / (T_M - T_{окр}).$$

Следовательно, зная температурное поле в стенке и тепловой поток можно решить задачу нахождения скорости омывающего потока методом последовательных приближений (методом итераций). В нашем случае рассматривается две задачи:

1. Нахождение скорости омывающего потока воздуха на внешней поверхности пода между электродами при износе 1 слоя хромомagneзитового кирпича.

2. Нахождение скорости омывающего потока воздуха на остальной внешней поверхности пода без износа футеровки.

Условия задачи №1:

1. Количество слоев кладки – 2:

а) один слой хромомagneзитового кирпича толщиной 0,26 м;

б) один слой мертеля шамотного толщиной 0,16 м.

2. Температура внутренней поверхности кладки – 1295 °С;

3. Температура окружающей среды – 20 °С;

4. Скорость омывающего потока – 10 м/с.

При заданных выше условиях можно получить температуру между слоями кладки пода, температуру внешней поверхности пода, а также коэффициент теплоотдачи:

1. $t_{ст1} = 898,69$ °С;

2. $t_{ст} = 99,64$ °С;

3. $\alpha = 50,47$ Вт/(м²·°С).

Условия задачи № 2:

1. Количество слоев кладки – 3:

а) один слой хромомagneзитового кирпича толщиной 0,26 м;

б) один слой хромомagneзитового кирпича толщиной 0,26 м;

с) один слой мертеля шамотного толщиной 0,16 м.

2. Температура внутренней поверхности кладки – 1295 °С;

3. Температура окружающей среды – 20 °С;

4. Скорость омывающего потока – 7 м/с.

При заданных выше условиях можно получить температуру между слоями кладки пода, температуру внешней поверхности пода, а также коэффициент теплоотдачи:

1. $t_{ст1} = 996,75$ °С;

2. $t_{ст2} = 698,48$ °С;

3. $t_{ст} = 98,56$ °С;

4. $\alpha = 39,75$ Вт/(м²·°С).

Полученные температуры внешней поверхности пода полностью соответствуют поставленному условию расчета системы охлаждения пода руднотермической печи.

Список использованной литературы

1. Свенчанский А. Д., Жердев И. Т., Кручинин А. М. и др. Электрические промышленные печи: Дуговые печи и установки специального нагрева: учебник для вузов. М., 1981. – 256 с.

2. Теплотехнические расчеты металлургических печей / под ред. А.С. Телегина. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия, 1993. – 366 с.

3. Расчет тепловых потерь через печные ограждения: методические указания / составители В. Б. Кутын, С. Н. Гущин, Б. А. Фетисов. Екатеринбург: УГТУ, 1996. – 15 с.

УДК 669.042

И. С. Куликов, В.С. Швыдкий

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,

Институт материаловедения и металлургии,

кафедра «Теплофизика и информатика в металлургии», г. Екатеринбург, Россия

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ И РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ МЕТОДИЧЕСКОЙ ПЕЧИ С ШАГАЮЩИМИ БАЛКАМИ РБЦ «ЕВРАЗ НТМК»

Аннотация

Представлен анализ текущей конструкции методической печи. Показано, что для улучшения технико-экономических показателей возможно две модификации. Замена топливосжигающих устройств и огнеупорной кладки печи, предложен вариант частичной замены футеровки на волокнистую.

Ключевые слова: методическая печь, футеровка, рельсы, волокнистый, конструктивные изменения.

Abstract

Represent an analysis of the current design continuous furnace. It is shown that for the improvement of technical and economic parameters maybe two modifications. Changing fuel-firing arrangement and refractory masonry of oven, offer a variant of the partial changing to the fibrous lining

Keywords: continuous furnace, lining, railing, fibred, structural alterations.

На данный момент рельсовая продукция востребована на мировом и российском рынке в связи с большой протяженностью железнодорожных сетей. Существует несколько основных видов рельсов с определенными параметрами. Например, рельсы марки Р65 двадцатипяти-, пятидесяти-, стометровой длины, на российском рынке пользуются наибольшим спросом. Как к любому металлургическому прокату, к рельсам имеются определенные требования по изготовлению, среди них выделяют равномерность нагрева рельсовой заготовки по сечению перед прокатом. Именно этим показателем, как правило, определяется наличие последующих дефектов при раскате в рельсовый профиль.

Нагрев рельсовой заготовки в рельсобалочном цехе «ЕВРАЗ НТМК» осуществляется в методической печи с шагающими балками производительностью 200 тонн в час. Цех производит двадцатипятиметровые рельсы. Горячая заготовка прокатывается в несколько этапов,